

Scenarieberegning af nitratudvaskning

Uffe Jørgensen og Christen D. Børgesen

Dansk Jordbrugs Forskning

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	5
SUMMARY AND CONCLUSIONS	7
BAGGRUND	9
1 METODE	11
1.1 KLIMA	11
1.2 UDVASKNINGSMODELLER, BEDRIFTSTYPER OG HETEROGENITET I GØDSKNING	13
1.3 JORDTYPER	13
1.4 GØDNINGSDATA	13
1.5 VMP III	14
2 RESULTATER	15
2.1 AREALET AF KOMMUNER DER OVERSTIGER GRÆNSEVÆRDIERNE FOR NITRAT	15
2.2 SAMLET REDUKTIONSBEHOV FOR KVÆLSTOF I DE KOMMUNER, DER OVERSKRIDER GRÆNSEVÆRDIERNE	16
3 DISKUSSION	13
4 REFERENCER	15

Sammenfatning og konklusioner

Med henblik på en vurdering af de eventuelle konsekvenser for landbruget af at implementere det nye grundvandsdirektiv fra EU, er der gennemført scenarieberegninger af, hvor store arealer der vil overskride en grænseværdi på henholdsvis 75 og 150 mg nitrat/liter i det vand, som forlader rodzonen på sandede og lerede landbrugsjorder. Med disse grænseværdier antages et maksimalt indhold på 50 mg nitrat/liter at kunne opnås i grundvandet, som følge af denitrifikation under rodzonen. Analysen er opgjort som et gennemsnit på kommuneniveau af nitratkoncentrationen under rodzonen.

Grundlaget for analysen er det værktøj og de databaser, som Danmarks JordbrugsForskning (DJF) har benyttet til slutevalueringen af VMPII. Materialet er opdateret med gødningsforbruget i år 2003. Desuden er indregnet en forventet effekt af VMPIII på grundvandet. Det skal understreges, at der i metoden ligger en række antagelser, som kan diskuteres og som giver en vis usikkerhed på resultaterne.

Modelberegningen viser, at ca. 0,6% af landbrugsarealet kan forventes at overskride grænseværdierne ved fuldt implementeret VMP III. Overskridelsen er indenfor beregningsusikkerheden, idet kun den ene af de anvendte udvaskningsmodeller beregnede en overskridelse.

Der er gennemført følsomhedsanalyser omfattende grænseværdien på sandjord og effekten af VMP III. Når grænseværdien for sandjord varieredes mellem 62,5 og 87,5 mg nitrat/liter, varierede det overskridende areal mellem 0,7 og 0,2%. Ved at variere effekten af VMP III mellem 5 og 10 kg N/ha varierede det overskridende areal mellem 0,6 og 0,2%.

Der er endvidere beregnet et samlet reduktionsbehov for kvælstof på landsplan for at imødegå overskridelserne i de kommuner, som overskrider grænseværdierne. Ved variation af grænseværdi og VMP III effekt, som nævnt ovenfor, fandtes et samlet reduktionsbehov på mellem 11 og 211 tons kvælstof.

De valgte forudsætninger for opgørelsen diskuteres. Specielt skal man være opmærksom på, at det valgte opgørelsesniveau (kommuneniveau) har stor betydning for, hvor stor en andel af overskridelser man vil finde. Det hænger sammen med, at der er en variation mellem bedriftsformernes miljøbelastning samt variation i jordtype, klima m.m. Hvis man således opgør enkeltbedrifters eller mindre grundvandsforekomsters nitratudvaskning, vil man finde en større spredning mellem resultaterne og dermed en større andel af overskridelser. Omvendt vil opgørelse i gennemsnit for amter eller regioner mindske variationen og dermed give anledning til en mindre andel af overskridelser.

Summary and conclusions

This study evaluates scenarios in relation to implementing the coming EU Groundwater Directive by determining the extent of the farmed area that would exceed the nitrate concentration limits for water leaving the root zone of 75 and 150 mg nitrate/litre for sandy and clayey soils, respectively. With these limits, it is anticipated that a concentration of 50 mg nitrate/litre will not be exceeded in the groundwater due to the denitrification taking place below the root zone. The results are summarized at the municipality level as the average of the nitrate concentration leaving the root zone.

The analysis is based on the models and databases used by the Danish Institute of Agricultural Sciences for the final evaluation of the 2nd Action Plan for the Aquatic Environment (VMP II). The databases were updated with data on mineral fertiliser utilisation in year 2003. Additionally, an anticipated effect of the 3rd Action Plan for the Aquatic Environment (VMP III) on ground waters was included. It must be stressed that the method is based on a number of assumptions which cause some uncertainty in the results.

The model analysis showed that approx. 0.6% of Danish farmland could be expected to exceed the limits when VMP III is fully implemented. This figure is within the uncertainty levels of the calculation as only one of the two models used found a transgression of the limits.

Sensitivity analyses were performed on the value of the nitrate limit (on sandy soils only) and on the anticipated effect of VMP III. When the limit on sandy soils was changed from 62.5 to 87.5 mg nitrate/litre, the area exceeding the limit changed from 0.7 and 0.2 %. When the effect of VMP III was varied between 5 and 10 kg N/ha, the area exceeding the limit varied between 0.6 and 0.2%.

How much the nitrogen loss from Danish agriculture would have to be reduced by in order to avoid the above-mentioned transgressions was quantified. When the nitrate limit on sandy soils and the effect of VMP III were varied as mentioned above, the reduction in nitrogen losses required on a national level was between 11 and 211 tonnes of nitrogen.

The chosen conditions of the calculation are discussed. It is important to notice that the level on which calculations are summarised (here municipality level) has a considerable influence on the extent of transgression. This is due to the variation between farm types, soil types, climate, etc. If alternatively the nitrate leaching is down-scaled to farm level or smaller-scale groundwater bodies, there will be larger variations in the results and thus more transgressions. Similarly, calculations at county or regional level will lower the variation and reduce transgressions.

Baggrund

DJF er blevet anmodet af Miljøstyrelsen om at gennemføre scenarieberegninger af konsekvenser for landbruget i relation til en eventuel grænseværdi for nitrat i grundvandet. Analysen skal danne baggrund for overvejelser i forbindelse med det nye grundvandsdirektiv, i medfør af vandrammedirektivet (2000/60/EF). Miljøstyrelsen har ønsket en analyse af effekten af grænseværdier på 75 og 150 mg nitrat/liter i det vand, der forlader rodzonen på henholdsvis sandede og lerede jorder. Grænseværdierne skal opfyldes i gennemsnit for landbrugsarealet i en kommune. At der er valgt dette aggregeringsniveau skyldes, at det kommende grundvandsdirektiv forventes at fokusere på beskyttelse af de enkelte grundvandsudpegninger samlet set. Miljøstyrelsen opfatter kommunestørrelsen som et fornuftigt udtryk for størrelsen af en grundvandsforekomst, som er den enhed for hvilken en eventuel grænseværdi skal overholdes.

Desuden gennemføres en følsomhedsanalyse af effekten af grænseværdier for sandjord på henholdsvis 62,5 og 87,5 mg nitrat/liter. At der er anvendt grænseværdier mellem 62,5 og 150 mg nitrat/liter og ikke drikkevandskravet på 50 mg nitrat/liter skyldes, at Miljøstyrelsen skønner, at denitrifikation under transporten fra rodzonen til grundvandet vil sikre, at der i grundvandet kan opretholdes en grænseværdi på 50 mg nitrat/liter.

Fødevareøkonomisk Institut har, på baggrund af DJF's analyse af hvor store kvælstofoverskridelser der kan forventes ved en anvendelse af grænseværdierne på kommuneniveau, analyseret de økonomiske konsekvenser heraf for landbruget (Jacobsen, 2005).

1 Metode

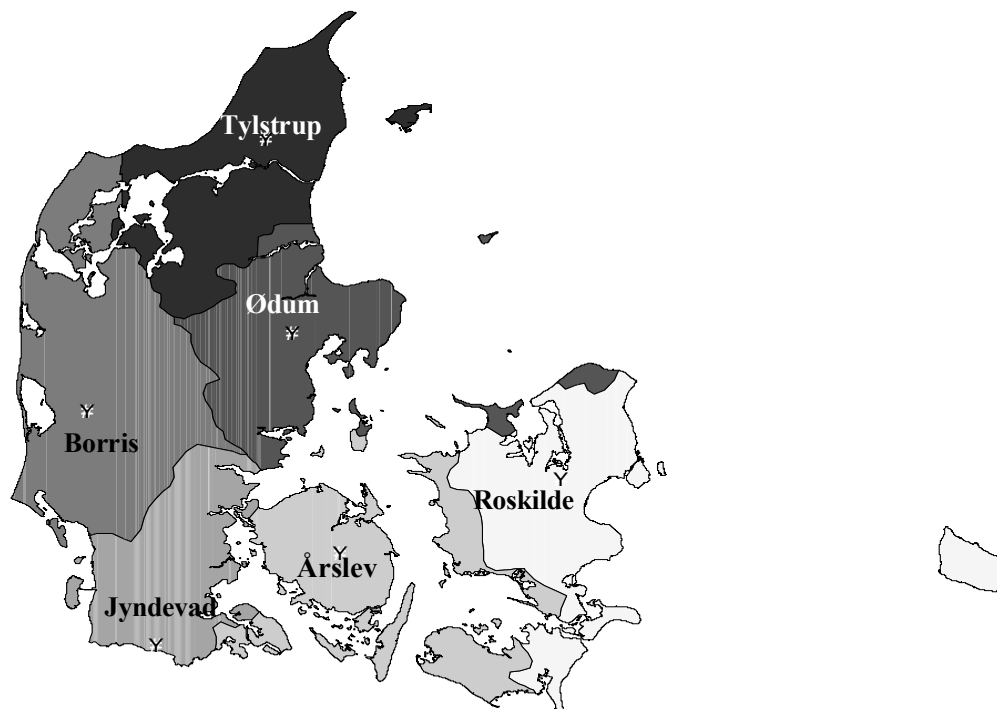
Der er gennemført landsdækkende modelberegninger af kvælstofudvaskningen på baggrund af dyrkningsdata fra 2002 og gødskningsdata for 2003. Beregningerne er en videreførelse af beregninger gennemført i forbindelse med VMPII slutevalueringen (Børgesen & Grant 2003; Børgesen & Heidmann, 2002). Modelresultaterne er således et udtryk for udvaskningsniveauet ved fuldt implementeret VMPII. Den forventede effekt af VMP III er derefter vurderet og fratrukket.

Modelberegningerne er gennemført på baggrund af data fra hver enkelt landmand, som derefter er summeret på kommuneniveau. Nitratkoncentrationen beregnes således som et gennemsnit for hele det dyrkede areal i kommunen. Opgørelsen er et godt udtryk for variationen i nitratkoncentrationer over landet, men resultatet for den enkelte kommune må betegnes som noget usikkert blandt andet grundet manglende præcision på kommuneniveau i heterogenitetsbeskrivelsen af gødskning samt i afstrømningsberegningen. Beregningernes forudsætninger begrænser således deres anvendelse til regional og national skala.

1.1 Klima

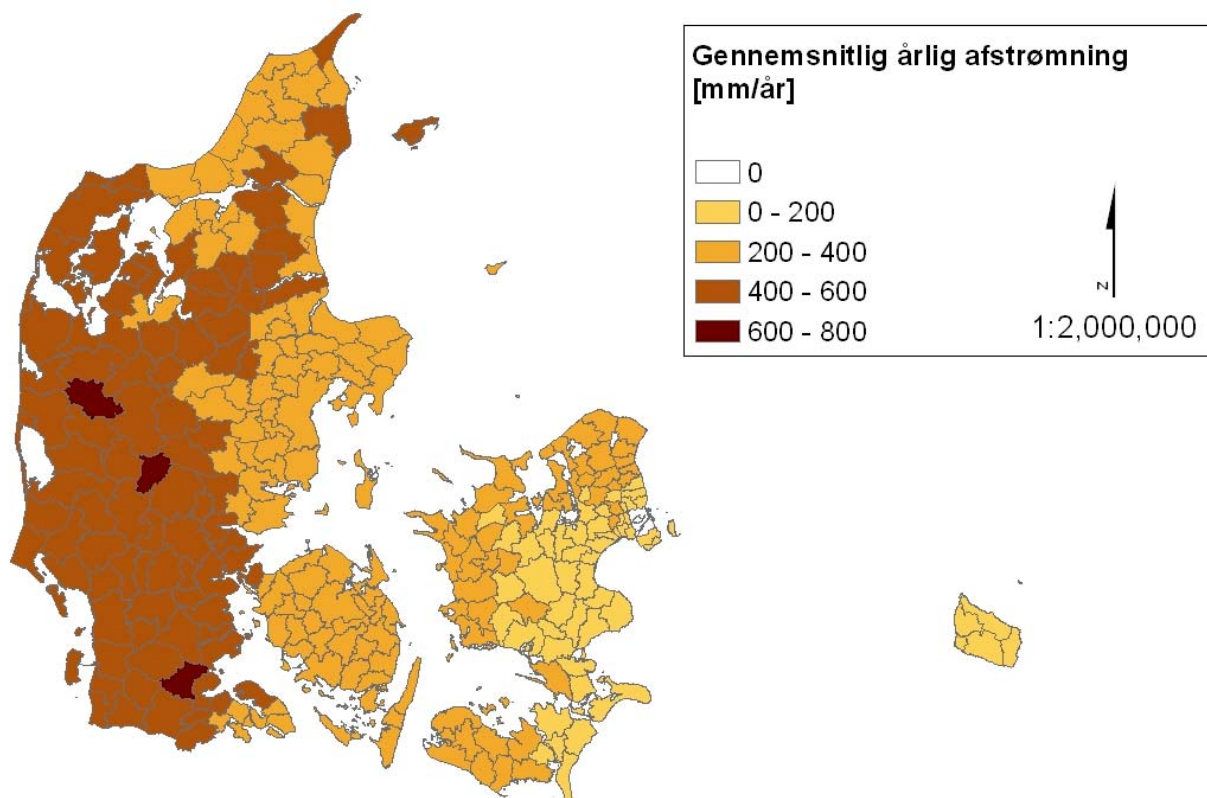
Der er i beregningen anvendt 6 klimazoner, hvilket betyder at lokale (kommune) nedbørsforhold og dermed også vandafstrømning ud af rodzonen kan afvige noget fra det, der beregnes med modellen. Vandafstrømningen har stor betydning for både kvælstofudvaskningens størrelse og for den koncentration af nitrat, der beregnes i afstrømningsvandet.

I figur 1 er vist de seks klimazoner. Modelberegningerne er baseret på dagligt målte klimadata for perioden 1990 – 2000. På baggrund af disse 10 års simuleringer er der udregnet en gennemsnitlig årlig afstrømning (figur 2) og nitratudvaskning, der anvendes som udgangspunkt for beregning af nitratkoncentrationen.



Figur 1. Beliggenhed af de meteorologiske målestationer og tilhørende klimaområder efter Olesen et al. (2000)

Afstrømning



Figur 2. Gennemsnitlig modelberegnet afstrømning [mm/år] opgjort på kommuneniveau. 10 års gennemsnit (1990-2000)

1.2 Udvaskningsmodeller, bedriftstyper og heterogenitet i gødskning

Modelberegningerne er gennemført på bedriftstypeniveau i kommunerne med to modeller henholdsvis SKEP/Daisy (Børgesen og Heidmann, 2002) og N-LES₃ (Kristensen et al., 2003). Der er gennemført beregninger på kommuneniveau for fire bedriftstyper henholdsvis kvægbrug, svinebrug, blandede brug og planteavlsbrug. Bedrifterne er klassificeret i bedriftstyper ud fra antallet og fordelingen af dyreenheder på dyrearter:

- Planteavlsbrug - brug med under 5 DE
- Kvægbrug - brug med over 5 DE og over 66% af DE stammer fra kvæg
- Svinebrug - brug med over 5 DE og over 66% af DE fra svin eller fjerkræ
- Blandede brug - øvrige brug med over 5 DE

Bedriftstyperne på kommuneniveau er dannet ved at summere areal- og gødningsanvendelsen for alle bedrifter i kommunen for de fire typer p.b.a. data fra de centrale landbrugsregistre. For hver bedriftstype er opstillet sædskifter og gødningsplaner, der afspejler den aktuelle arealanvendelse i år 2002 og N-gødningstilførsel i år 2003. Til at beskrive heterogeniteten i N-gødskningen, der forekommer både mellem bedrifter og mellem afgrøder, er der anvendt en model beskrevet af Børgesen & Heidmann (2002).

Heterogeniteten er kalibreret til at stemme med den heterogenitet, der er fundet i N-gødskningen inden for Landovervågningsoplandene i 2002 (Blicher-Mathiesen, personlig meddelelse). Kalibreringen er gennemført på landsniveau, hvilket betyder at den modelberegnete heterogenitet i de enkelte kommuner er usikkert bestemt.

1.3 Jordtyper

Der er gennemført modelberegninger med fire standardjordtyper (Børgesen & Heidmann, 2002), nemlig JB1, JB3, JB4 og JB6. Disse jordtyper repræsenterer de dominerende jordtyper i Danmark. På kommuneniveau vil disse jordtyper dog være mindre repræsentative.

Modelberegningerne på bedriftstypeniveau i kommunen er gennemført under den antagelse, at jordtypefordelingen er den samme for alle de fire bedriftstyper i kommunen. Derfor vil en evt. forskel i jordtypefordelingen mellem de fire bedriftstyper indenfor en kommune ikke være regnet ind i resultaterne.

Udvaskningsresultaterne er opgjort som udvaskning ud af rodzonen. Det betyder, at der ikke i modellen er foretaget en beregning af den betydelige denitrifikation, der forekommer mellem rodzonen og grundvandet. Stor denitrifikation vil typisk forekomme i områder med højt grundvandsspejl, eller hvor der forekommer tykke lerlag eller reducerende lag (fx pyrit) i underjorden. Men med de anvendte grænseværdier antages implicit en denitrifikation på ca. 1/3 på sandjorder og ca. 2/3 på lerjorder.

1.4 Gødningsdata

I tabel 1 er for de fire bedriftstyper angivet den gennemsnitlige tilførsel på landsplan af handelsgødning og husdyrgødning samt arealet tilhørende bedriftstypen. Det fremgår, at kvægbrug har den største tilførsel af

husdyrgødning og planteavl den mindste tilførsel. Handelsgødnings-forbruget er omvendt højest blandt planteavlerne og på omkring samme niveau for kvæg- og svinebrug.

Tabel 1. Gennemsnitlig N-gødsning og arealfordeling opgjort på bedriftstyper på landsplan

	<i>Husdyrgødning</i> <i>Kg N/ha</i>	<i>Handelsgødning</i> <i>Kg N/ha</i>	<i>Areal</i> <i>1000 ha</i>
Kvæg	135	60	887
Svin	98	63	746
Blandet	92	75	197
Planter	36	94	822

1.5 VMP III

Med vedtagelsen af VMP III er der besluttet en yderligere reduktion af nitratudvaskningen til vandmiljøet på 13% (Regeringen, 2004). Det er dog ikke alle de besluttede virkemidler, der vil reducere påvirkningen af grundvandet (fx ikke våde enge).

Vi har ikke fundet mulighed for at indregne de forventede effekter af VMP III i selve datagrundlaget for beregningen. Den samlede VMP III reduktion, som potentielt kan komme grundvandet til gode, vurderer vi til knap 20.000 tons N. Vi finder ikke grundlag for at beskrive, hvorledes denne reduktion fordeler sig på bedrifts- og jordtyper, og endvidere vanskeligt at vurdere, om reduktionen vil finde sted primært i områder med høje eller i områder med lave nitratkoncentrationer. En fordeling af de knap 20.000 tons N-reduktion ligeligt over det samlede landbrugsareal på 2.658.000 ha i år 2003, svarer til en reduktion på 7,4 kg/ha. Vi har derfor beregnet effekter af at fratække alle arealer henholdsvis 5, 7,5 og 10 Kg N/ha, indenfor hvilket interval den reelle VMP III reduktion forventes at ville ligge.

Virkemidlerne i VMP III indføres løbende igennem en årrække, og forventes fuldt implementeret i år 2015.

2 Resultater

2.1 Areal et af kommuner der overstiger grænseværdierne for nitrat

I tabel 2 er opgjort arealet af de af landets kommuner, hvor nitratkoncentrationen ud af rodzonen i gennemsnit af kommunens dyrkede areal forventes at overstige 75 og 150 mg nitrat/l på henholdsvis sand- og lerjord ved fuldt implementeret VMP III. Det overskridende areal er fordelt på bedriftstyper ud fra typernes areal i de overskridende kommuner. Endvidere er i tabellen vist en følsomhedsanalyse for en ændring af grænseværdien på sandede jorder.

Mellem 0,2 og 0,7 % af landbrugsarealet er placeret i kommuner, som i analysen overskred de anvendte grænseværdier. De overskridende kommuner var karakteriseret ved overvejende at have sandede jorder, og de var placeret i Nordjyllands, Frederiksborgs og Roskilde amter. Det er områder, der har forholdsvis lav nedbør og dermed begrænset afstrømning til grundvandet, mens der fx i Ringkøbing Amt sker en større fortynding af det udvaskede kvælstof.

Følsomheden for effekten af VMP III er illustreret i tabel 3. En variation af VMP III effekten fra 5-10 kg N/ha gav en variation i overskridende landbrugsareal på mellem 0,2 og 0,6 % ved anvendelse af grænseværdier på 75 mg nitrat/l på sandjord og 150 mg nitrat/l på lerjord.

Beregningerne er opgjort som gennemsnittet af resultaterne fra de to udvaskningsmodeller. Mellem modellerne var der en vis divergens, og det var således kun med SKEP/Daisy, at der blev beregnet overskridelser af grænseværdierne.

Tabel 2. Totalt areal [ha] og procent af Danmarks landbrugsareal, hvor nitratkoncentrationen i gennemsnit af kommunernes landbrugsareal overstiger forskellige grænseværdier på sand- og lerjord. Arealet er fordelt på bedriftstyper. VMP III effekt er indregnet med en udvaskningsreduktion på 7,5 kg N/ha

Bedriftstype	Grænseværdi sand/ler (mg nitrat/liter)		
	75/150	62,5/150	87,5/150
Kvæg	5302	5476	1959
Svin	3022	3316	434
Blandet	1546	1585	522
Planter	6252	7532	3491
Alle	16121	17910	6407
%			
Kvæg	0,6	0,6	0,2
Svin	0,4	0,4	0,1
Blandet	0,8	0,9	0,3
Planter	0,8	0,9	0,4
Alle	0,6	0,7	0,2

Tabel 3. Totalt areal [ha] og procent af Danmarks landbrugsareal, hvor nitratkoncentrationen i gennemsnit af kommunernes landbrugsareal overstiger 75 mg nitrat/l på sandjord og 150 mg nitrat/l for lerjord. Arealet er fordelt på bedriftstyper. VMP III effekt er indregnet med en udvaskningsreduktion på henholdsvis 5, 7,5 og 10 kg N/ha

	VMPIII effekt 5 kg N /ha	VMPIII effekt 7,5 kg N /ha	VMPIII effekt 10 kg N /ha
Kvæg	5350	5302	1959
Svin	3042	3022	434
Blandet	1585	1546	522
Planter	6695	6252	3491
Alle	16673	16121	6407
%			
Kvæg	0,6	0,6	0,2
Svin	0,4	0,4	0,1
Blandet	0,9	0,8	0,3
Planter	0,8	0,8	0,4
Alle	0,6	0,6	0,2

2.2 Samlet reduktionsbehov for kvælstof i de kommuner, der overskrider grænseværdierne

Det samlede reduktionsbehov for kvælstof for at opveje overskridelserne er beregnet til mellem 11 og 211 tons kvælstof afhængigt af de valgte grænseværdier, og af hvorledes VMP III slår igennem (tabel 4). Reduktionsbehovet er beregnet som den mængde kvælstofudvaskning, der skal reduceres fra de overskridende kommuner, for at nå ned på en gennemsnitlig nitratkoncentration på 75 og 150 mg nitrat/l.

Tabel 4. Samlet reduktionsbehov [ton N] i overskridende kommuner for at nå ned på 75 mg nitrat/l på sandjord og 150 mg nitrat/l for lerjord. En forventet udvaskningsreduktion på 5-10 kg N/ha som følge af VMP III er indregnet

<i>Grænseværdi sand/ler</i>	2.2.1.1 VMPIII effekt 5 kg N /ha	<i>VMPIII effekt 7,5 kg N /ha</i>	2.2.1.2 VMPIII effekt 10 kg N /ha
75 / 150	101	59	32
62,5 / 150	211	166	123
87,5 / 150	45	24	11

I tabel 5 er på baggrund af de ovenfor beregnede overskridende arealer og totale reduktionsbehov beregnet et gennemsnitligt reduktionsbehov pr. ha for de overskridende kommuner.

Tabel 5. Gennemsnitligt reduktionsbehov i udvaskning [kg N/ha] for overskridende kommuner. En forventet udvaskningsreduktion på 7,5 kg N/ha som følge af VMP III er indregnet

<i>Grænseværdi sand/ler</i>	<i>Gns. Reduktionsbehov kg N /ha</i>
75 / 150	4
62,5 / 150	8
87,5 / 150	4

3 Diskussion

Analysen i dette notat viser, at der ved fuldt implementeret VMP III vil være en begrænset overskridelse af de grænseværdier for vand under landbrugsafgrødernes rodzone, som Miljøstyrelsen har vurderet, er de mest sandsynlige for at kunne opnå en nitratkoncentration i de forventede grundvandsforekomster på under 50 mg nitrat/l. Overskridelsen er så lille, at det kun er den ene af de to anvendte udvaskningsmodeller, som finder overskridelser. Analysen er dog gennemført under en række forudsætninger, som er afgørende for tolkningen af betydningen for en given grundvandsforekomst.

Beregningerne er baseret på oplysninger om de enkelte landmænds afgrødevalg og gødningsanvendelse hentet fra de centrale landbrugsregistre. Det er valgt at opgøre den gennemsnitlige nitratkoncentration på landbrugsarealet pr. kommune, som opfattes som et repræsentativt udtryk for den endelige størrelse af grundvandsforekomsterne. Man skal være opmærksom på, at dette opgørelsesniveau har stor betydning for, hvor stor en andel af overskridelser man vil finde. Det hænger sammen med variationen mellem bedriftsformernes miljøbelastning, med variationen i jordtype og klima m.m. Hvis man således opgør enkeltbedrifters eller mindre grundvandsforekomsters nitratudvaskning, vil man finde en større spredning mellem resultaterne og dermed en større andel af overskridelser. Omvendt vil opgørelse i gennemsnit for amter eller regioner mindske variationen og dermed give anledning til en mindre andel af overskridelser.

Betydningen af opgørelsesniveauet kan illustreres ved, at det største opgørelsesniveau, landsplan, giver en gennemsnitlig nitratkoncentrationen under landbrugsarealet på 54 mg nitrat/l ved fuldt implementeret VMP III (ved en effekt på 7,5 kg N/ha). Vurderet i gennemsnit på landsplan vil grundvandskravet på 50 mg nitrat/l således næsten opfyldes af det vand, som forlader rodzonen.

Beregningen i dette notat er alene sket på landbrugsarealet. Over en grundvandsforekomst vil der oftest også findes naturarealer og andre arealer. Disse vil oftest have en mindre nitratudvaskning end landbrugsarealerne, og vil således bidrage til at fortynde bidraget fra landbrugsarealerne.

Der er antaget en gennemsnitlig reduktion i nitratindholdet under transporten fra afgrødernes rodzone til grundvandet på 1/3 på sandjord og på 2/3 på lerjord. Den danske undergrund og dens reduktionskapacitet er meget variabel, og der vil derfor være områder, som ikke svarer til ovennævnte gennemsnitsbetragtning. Følsomheden heraf er illustreret ved at variere grænseværdien for sandjord mellem 62,5 og 87,5 mg nitrat/l, når det forlader rodzonen. Indenfor dette interval var det under 1% af kommunerne, som overskred grænseværdien.

Udvaskningsmodeller forsøger at beskrive virkeligheden så godt som muligt. Men selvom modellerne kontinuert forbedres er deres prædiction dog behæftet med en vis usikkerhed (Jørgensen & Østergård, 2005). Vi har her valgt at begrænse usikkerheden ved at benytte gennemsnittet af to modeller i

beregningen, således som det også skete ved evalueringen af VMP II (Børgesen & Grant, 2003). At der var tale om ret små overskridelser af de valgte grænseværdier, og at overskridelsen lå indenfor beregningsusikkerheden, illustreres af, at det kun var den ene model, der beregnede overskridelser.

Der foregår for tiden et metodeudviklingsprojekt ved Danmarks JordbrugsForskning, hvor der at udvikles et koncept for beregning af nitratudvaskning på bedriftsniveau. Udvasnings-beregningerne vil blive baseret på bedriftsdata for gødningstyper og -mængder samt på markblokdata for både jordtyper og arealanvendelse. Metoden har allerede været anvendt i udvasningsberegninger for Ringkøbing Fjord oplandet (Børgesen et al., 2004), men vil blive udviklet til at være landsdækkende, således at landsresultaterne ved VMP III evalueringerne vil bygge på enkeltresultater for hver mark og bedrift i landet. Dette vil øge sikkerheden i analysen og give mulighed for at opgøre både total kvælstofudvaskning og nitratkoncentrationen ned på mark- og bedriftsniveau. Desuden vil det blive muligt at gennemføre en analyse af konkrete grundvandsudpegninger.

4 Referencer

Børgesen, C. D. & Heidmann, T. 2002. Landsberegninger af kvælstofudvaskningen fra landbruget med SKEP/DAISY og SIM IIIB modellerne. DJF rapport nr. 62. Markbrug. Danmarks JordbrugsForskning. 61 pp.

Børgesen, C.D & Grant, R. 2003. Baggrundsnotat til VMP II-slutevaluering. Modelberegning af kvælstofudvaskning på landsplan. Baggrundsnotat, Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser. www.agrsci.dk – vandmiljø og www.dmu.dk – publikationer – øvrige publikationer.

Børgesen, C.D., Dalgaard, T., Heidmann, T., Greve, M.H., Hansen, J.F. & Larsen, P., 2004. Modelberegnet kvælstofudvaskning og netto fosfortilførsel for det dyrkede areal i Ringkøbing Amt og oplandet til Ringkøbing Fjord. DJF intern rapport 193, 64 pp.

Jacobsen, B.H., 2005. Vurdering af omkostninger for landbruget ved indførelse af en grænseværdi for nitratudvaskning fra rodzonen på 75 og 150 mg nitrat/liter på sandede og lerede jorder. Notat fra Fødevarerøkonomisk Institut.

Jørgensen, U. & Østergård, H.S., 2005. Udvasningsmodeller. Sammenligning af udvasningsniveau og af respons ved driftsændringer. Plantekongres 2005, 11.-12. januar i Herning kongrescenter. Sammendrag af indlæg, 196-197.

Kristensen, K., Jørgensen, U. & Grant, R., 2003. Genberegning af modellen N-LES. 12 pp. Baggrundsnotat til Grant, R og Waagepetersen, J. Vandmiljøplan II - slutevaluering. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøministeriet. ISBN:87-7772-776-2. http://www.dmu.dk/1_viden/2_publicationer/3_ovrige/rapporter/VMPII/Genberegning_af_modellen_NLES.pdf

Olesen, J.E., Bøcher, P.K., Jensen, T. 2000. Comparison of scales of climate and soil data for aggregating simulated yields of winter wheat in Denmark. *Agriculture Ecosystems & Environment* 82, 213-228.

Regeringen, 2004. Aftale om Vandmiljøplan III 2005-2015 mellem regeringen, Dansk Folkeparti og Kristendemokraterne. www.vmp3.dk/Files/Filer/VMP_III-aftale-endelig_.pdf